

El test Jake Mandell como instrumento para medir las diferencias individuales en la discriminación tonal: propiedades de validez y fiabilidad¹

María-Ángeles Palomar-García², Gustau Olcina-Sempere³, Mireia Hernández⁴, María-Antonia Parcet⁵, Jacob C. Mandell⁶, César Ávila⁷

Recibido: 4 de diciembre de 2019 / Aceptado: 27 de Abril de 2020

Resumen. El test de Jake Mandell (JMT) es un test *online* diseñado para evaluar la discriminación tonal en la población normal. El test está disponible online desde 2006, pero no se han publicado datos psicométricos. La presente investigación fue diseñada para proporcionar datos de validez y fiabilidad para este test. El estudio 1 se realizó en estudiantes universitarios, y el rendimiento en el JMT se comparó con las pruebas de detección online de AMUSIA. Las correlaciones fueron altas con los subtests de AMUSIA, pero especialmente con el de discriminación de tonos. El estudio 2 se realizó en niños, y el JMT se comparó con diferentes pruebas de habilidades musicales. El JMT mostró una buena relación con el subtest de discriminación de tono e imitación de ritmo, pero especialmente con la puntuación global de las habilidades musicales. Además, el test mostró una buena fiabilidad test-retest al cabo de un año. Finalmente, la validación externa del JMT se obtuvo al señalar que los músicos obtuvieron puntuaciones más altas que los no músicos. La discusión se centra en la posibilidad de utilizar el JMT como una medida de detección rápida de las diferencias individuales en la discriminación de tono en la población normal.

Palabras clave: Discriminación de tono; Test de Jake Mandell (JMT); habilidades musicales; neuroimagen; cerebro.

[en] The Jake Mandell Test as a Measure of Individual Differences in Pitch Discrimination: Validity and Reliability Properties.

Abstract. The Jake Mandell Tone Deaf Test (JMT) is an online measure designed to evaluate pitch discrimination in the normal population. The test has been available online since 2006, but no psychometric data have been published. The present research was designed to provide validity and reliability data for this test. Study 1 was conducted in university students, and the performance on the JMT was compared to the AMUSIA online screening tests. Correlations were high with the subtests of the AMUSIA online screening tests, but especially with the Tone discrimination test. Study 2 was conducted in children, and the JMT was compared to different tests of musical abilities. The JMT showed a good relationship with the Tone Discrimination and Rhythm Imitation subtest, but especially with the global score of musical abilities. In addition, the test showed good one-year test-retest reliability. Finally, external validation of the JMT was obtained by noting that musicians obtained higher scores than non-musicians. Discussion is focused on the possibility of using the JMT as a rapid screening measure of individual differences in pitch discrimination in the normal population.

Keywords: Pitch discrimination; Jake Mandell Tone Deaf Test (JMT); musical abilities; neuroimaging; brain.

¹ Este trabajo ha recibido financiación por parte del Ministerio de Economía y Competitividad de España (PSI-2016-78805-R) a C. Ávila. Además, este trabajo fue posible por la subvención del programa de posgrado postdoctoral (postdoc-UJI a M-Á. Palomar- García) y el Programa de Investigación Ramón y Cajal del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España (RYC-2016- 19477 a M. Hernández).

² Universitat Jaume I
mpalomar@uji.es

³ Universitat Jaume I
golcina@uji.es

⁴ Universitat de Barcelona
mireiahp@gmail.com

⁵ Universitat Jaume I
parcet@psb.uji.es

⁶ Brigham and Women's Hospital
jmandell@partners.org

⁷ Universitat Jaume I
avila@psb.uji.es

Sumario. 1. Introducción. 2. Estudio 1. 2.1 Materiales y métodos. 2.1.1. Participantes. 2.1.2. Materiales. 2.2 Resultados. 2.3. Análisis cualitativos. 3. Estudio 2. 3.1. Materiales y métodos. 3.1.1. Participantes. 3.1.2. Materiales. 3.2. Resultados. 4. Estudio 3. 4.1. Materiales y métodos. 4.1.1. Participantes. 4.1.2. Materiales. 4.2. Resultados. 5. Discusión. 6. Conclusiones. 7. Referencias bibliográficas.

Cómo citar: Palomar-García, M. A.; Olcina-Sempere, G.; Hernández, M.; Parcet, M. A.; Mandell, J. C. y Ávila, C. (2020). El test Jake Mandell como instrumento para medir las diferencias individuales en la discriminación tonal: propiedades de validez y fiabilidad. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 17, 133-141.

1. Introducción

La amusia congénita (también conocida como sordera del tono) es la falta de capacidad para reconocer diferencias relativas en frecuencia que no pueden explicarse por pérdida auditiva, daño cerebral o un déficit cognitivo (Ayotte, Peretz y Hude, 2002; Peretz y Hyde, 2003; Sihvonen, Sarkamo, Rodríguez-Fornells, Ripollés, Munte y Soinila, 2019). Esta presencia permanente de insensibilidad al tono musical es la característica principal de la amusia congénita, que también requiere preservar la capacidad de discriminar diferentes ritmos. Se estima que la amusia congénita está presente en aproximadamente el 4% de la población (Peretz y Vuvan, 2017). Los estudios de neuroimagen han asociado este trastorno con modificaciones en el volumen de sustancia gris en el giro temporal superior y/o en el giro frontal inferior, interpretada como una alteración en los sistemas cerebrales relacionados con el procesamiento auditivo y la memoria (Albouy y cols., 2013; Sihvonen, Ripollés, Leo, Rodríguez-Fornells, Soinila y Särkämö, 2016). Además, la amusia congénita está relacionada con una conectividad anormal en la red frontal-temporal, que se configura como un síndrome de desconexión.

La evaluación de la sordera de tono y el diagnóstico de amusia congénita se han llevado a cabo principalmente con la Batería de Montreal para la Evaluación de Amusia (MBEA; 2). El desarrollo de esta batería se basó en el modelo cognitivo-neuropsicológico desarrollado por Pérez y Coltheart (Peretz y Hyde, 2003). Este modelo predice la existencia de módulos auditivos separados para el procesamiento del lenguaje y la música. El módulo para el procesamiento musical está formado por dos sistemas independientes y paralelos, uno para el procesamiento melódico (más relacionado con la discriminación de tono) y otro para la organización temporal (más asociado con el procesamiento del ritmo). Estos dos sistemas fueron descritos basándose en los datos obtenidos en pacientes con lesiones en el giro temporal superior que mostraron una alteración de la discriminación tonal en presencia de una capacidad preservada para las variaciones en el ritmo (Peretz, Kolinsky, Tramo, Labrecque, Hublet, Demeurisse y Belleville, 1994; Piccirilli, Sciarna y Luzzi, 2000).

El MBEA se compone de seis pruebas diferentes, tres dedicadas a diferentes aspectos de la discriminación de tono, una para la percepción del ritmo, una para discriminar si la melodía era una marcha o un vals, y la última para el reconocimiento de la melodía. El diagnóstico de amusia requiere una puntuación baja en las tres tareas de discriminación de tono, mientras que se conservan las habilidades en la percepción del ritmo (Vuvan, Paquette, Goulet, Royal, Felezeu y Peretz, 2018). El MBEA ha demostrado su capacidad para detectar amusia congénita en estudios con poblaciones de individuos con lesiones cerebrales y con poblaciones sanas (Ayotte y cols., 2002; Peretz y cols., 2002). Las propiedades psicométricas del MBEA fueron aceptables. La fiabilidad test-retest a los 4 meses fue de 0,75, y la validez concurrente fue buena cuando se correlacionó con las puntuaciones en los tests de Aptitud Musical de Gordon [$r = 0.53$; (Peretz y cols., 2002)]. Sin embargo, las diversas pruebas del MBEA fueron fáciles para la mayoría de la población, ya que la distribución de las puntuaciones fue asimétrica, con una tendencia hacia puntuaciones altas (Peretz, Champod y Hyde, 2003).

El Jake Mandell Tone Deaf Test (JMT) es otro test creado en 2006 que se ha centrado en medir la capacidad para la discriminación tonal, realizado por Jake Mandell y que ha estado disponible online durante más de 10 años. Inicialmente se desarrolló para evaluar la sordera de tono (amusia congénita), pero al mismo tiempo fue diseñado para ser un desafío, incluso para sujetos con entrenamiento musical. Este nivel de dificultad se logró utilizando melodías complejas y más largas con múltiples timbres musicales donde una sola nota es la que cambia. Por lo tanto, el test fue diseñado para reducir cualquier sesgo potencial debido al entrenamiento específico del instrumento musical y evitar la agrupación de puntuaciones altas por parte de individuos entrenados. En la página web se presentan datos de 61.036 participantes que se han recogido de manera online y que muestran que este instrumento puede ser útil para evaluar la capacidad de percepción tonal. La distribución de las puntuaciones presenta una curva normal, con un porcentaje medio del 73,8% ($DE = 9,99$), donde muy pocos encuestados alcanzan puntuaciones superiores al 90%, lo que hace que el JMT sea un test interesante para medir las habilidades musicales. La presencia de melodías complejas y más largas aumenta los requisitos de la memoria tonal (Gosselin, Jolicoeur y Peretz, 2009; Tillmann, Schulze y Foxton, 2009). Este proceso se encuentra alterado en la amusia congénita y se ha relacionado con la corteza auditiva y las áreas frontales operculares (Albouy y cols., 2013). Por lo tanto, la literatura previa señala que tanto la percepción del tono como la memoria tonal comparten una red cerebral común en áreas frontotemporales a nivel bilateral.

La contribución del presente estudio es proporcionar datos de fiabilidad y validez concurrente para el JMT, con el fin de demostrar su viabilidad como una medida para conocer las diferencias individuales en la discriminación de tono y memoria tonal. Los datos online obtenidos para el test sugieren que el uso de estímulos complejos hace que el test sea más difícil que otras pruebas tonales, pero ningún estudio ha investigado esta posibilidad. Por lo tanto, nuestros objetivos específicos son: 1) estudiar la consistencia interna y la estabilidad de JMT; 2) comparar el JMT con otros tests que miden habilidades musicales; y 3) mostrar el redimiento en el JMT en participantes con entrenamiento musical. La elaboración de este instrumento permitirá disponer de una medida rápida y psicométricamente fiable para la evaluación de las capacidades de discriminación tonal que podría ser útil en el ámbito educativo y en la evaluación de las capacidades musicales en el ámbito clínico.

Se realizaron tres estudios diferentes. El primer estudio se realizó con estudiantes universitarios y se diseñó para investigar la validez concurrente con el test online de AMUSIA (versión en línea; Peretz y Vuvan, 2017; Vuvan y cols., 2018). Esta herramienta de detección se compone de tres pruebas: la prueba de escala, la prueba de ritmo y la prueba de tono; que miden la discriminación tonal, la sordera basada en el tiempo y la detección de notas fuera de tono, respectivamente. En comparación con las pruebas de detección online de AMUSIA, esperábamos encontrar que el JMT presentara: i) correlación con las pruebas de detección online de AMUSIA (especialmente con la prueba de escala, que es muy similar), ii) una distribución más simétrica de las puntuaciones, y iii) puntuaciones más bajas debido a su mayor dificultad. El estudio 2 se realizó en niños y se hizo con la intención de obtener una distribución similar a la de los adultos y correlaciones específicas con las pruebas de discriminación de tono. Finalmente, en el tercer estudio comparamos el rendimiento del JMT en músicos y no músicos. Esperábamos encontrar una distribución simétrica de las puntuaciones en ambos grupos, pero puntuaciones más altas en la prueba para el grupo de expertos.

2. Estudio 1

2.1. Materiales y métodos

2.1.1. Participantes

Nuestra muestra estuvo compuesta por 61 estudiantes universitarios (34 mujeres). La edad de los participantes osciló entre 18 y 38 años (media 22.41; DE = 3.64). Ninguno de los participantes había tocado nunca un instrumento musical, y no habían recibido enseñanzas musicales más allá de la educación escolar normal. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes, siguiendo un protocolo aprobado por la Universidad Jaume I, y recibieron una compensación económica.

2.1.2. Materiales

1. Jake Mandell Tone Deaf Test (JMT)

Este test consta de 36 ensayos basados en frases musicales complejas que utilizan diferentes sonoridades, utilizando instrumentos como el órgano, el piano, la percusión o la cuerda. Estas frases también fueron heterogéneas en diferentes características, como la duración, la cantidad de tonos, la cantidad de sonidos cortos y largos, los cambios en la intensidad y el uso de sonidos sintetizados o naturales. Cada frase combina una variedad de timbres y estilos musicales, y sus dos presentaciones seguidas comparten el mismo contorno melódico, ritmo y timbre. La mitad de los pares (18/36) difieren solamente en el tono de una nota, con 9/18 de las diferentes notas que están fuera de la escala de la melodía y 9/18 propias de la escala. La diferencia de tono de una nota modificada de la frase inicial y repetida puede variar hasta 11 semitonos, pero no se utilizaron variaciones mayores de una octava. Estos cambios siempre ocurrieron en uno de los últimos 10 tonos de la melodía.

En cada ensayo, el participante escucha dos melodías sucesivas cortas y tenía que indicar si eran iguales (botón verde “igual”) o diferentes (botón rojo “diferente”). En la mitad de los ensayos los pares de melodías eran iguales y en la otra mitad presentaban diferencias en uno o más tonos. Después de recibir las instrucciones, se ajustaba el volumen, y se presentaban cuatro ensayos de prueba. A continuación, aparecían en el mismo orden 36 melodías emparejadas para todos los participantes, sin que las melodías se presentaran en un orden de dificultad creciente. Este test se encuentra disponible en <http://jakemandell.com/tonedeaf>. Usamos el porcentaje de respuestas correctas como medida de la capacidad de percepción tonal. Se consideró un posible déficit en la discriminación tonal cuando las puntuaciones eran inferiores al 55%.

2. Pruebas de detección online de AMUSIA (Peretz y Vuvan, 2017; Vuvan y cols., 2018)

Esta prueba se realiza con un ordenador a través de Internet (<http://www.brams.org/amusia-public/>) e incluye diferentes subtests: el de escala extraído de la batería de evaluación de Montreal de Amusia (MBEA; Peretz y cols., 2002), y los dos subtests basados en las escalas MBEA: ritmo y tono (Peretz y cols., 2008).

En el subtest de escala, los participantes realizaron 31 ensayos. En cada ensayo se presentan dos melodías sucesivas cortas, y los participantes deben indicar si las melodías son iguales o diferentes haciendo clic en el botón “diferente” o “igual”. Las melodías que son diferentes tienen un tono que cambia. El subtest de ritmo contiene 24 ensayos que consisten en escuchar una melodía corta. Los sujetos deben identificar si aparece o no un retraso inusual en la melodía: si es así, hacen clic en “incorrecto”; si no es así, hacen clic en “correcto”. Este retraso es un silencio de 5/7 de la duración del tiempo (es decir, 357 ms) antes de la pulsación coincidente. El subtest de tono contiene 24 ensayos que consisten en escuchar una melodía corta e identificar si contiene una nota que está fuera de la escala de la melodía haciendo clic en “incongruente” o “correcto”. Todos los participantes realizan los subtests en el mismo orden (escala, ritmo y tono). Antes de comenzar, cada test se explicó verbalmente a los participantes, quienes realizaron dos o cuatro ensayos de práctica y ajustaron el volumen de los auriculares para escuchar claramente las melodías. En cada subtest, la mitad de los ensayos pertenecen a una condición y la otra mitad a la otra condición. Los ensayos se presentaban en un orden aleatorio.

En nuestro análisis utilizamos los porcentajes de las respuestas correctas como las puntuaciones de cada prueba. En base a estas puntuaciones, se consideró el posible déficit en la discriminación del tono (es decir, amusia) para las puntuaciones por debajo del 70%, en escala y tono, y una puntuación por encima del 70% en la prueba de ritmo (Vuvan y cols., 2018).

2.2. Resultados

Los resultados del porcentaje de respuestas correctas, las desviaciones estándar y el rango para cada prueba pueden encontrarse en la Tabla 1. Se realizó una prueba t para muestras pareadas con el objetivo de investigar la diferencia entre las cuatro pruebas. Los resultados mostraron que el JMT fue más difícil que las tres pruebas de detección online de AMUSIA. No hubo diferencias de género en ninguna de las pruebas ($P > 0,10$). Las correlaciones de Pearson con la edad no fueron significativas ($P > 0,10$).

Tabla 1. Porcentaje medio de respuestas correctas, desviaciones estándar y rango para las pruebas de detección online de AMUSIA y JMT, así como pruebas t pareadas entre ellas.

| Test | Media (SD) | Rango | Pruebas t-pareadas |
|-----------|------------------|---------|--|
| 1. JMT | 65.43 (8.70) | 47-86.1 | 1 < 2; $t(59) = 8.66$, $p < .001$ 1 < 3; $t(59) = 8.25$, $p < .001$ 1 < 4; $t(59) = 3.16$, $p = .002$ |
| 2. Escala | 76.93 (10.53) | 57-100 | 2 > 4; $t(59) = 3.01$, $p = .003$ |
| 3. Ritmo | 76.02 (8.85) | 54-92 | 3 > 4; $t(59) = 2.32$, $p = .02$ |
| 4. Tono | 71.58 (15.05) | 46-96 | |

La consistencia interna del JMT se midió utilizando el coeficiente de fiabilidad ω_H de McDonald ya que es mejor que el coeficiente alfa de Cronbach (Zinbarg, Revelle, Yovel y Li, 2005). El coeficiente de fiabilidad ω_H describe la varianza de la puntuación total que puede atribuirse al factor general (Hermsen, Leone, Smalbrugge, Knol, van der Horst y Dekker, 2013). El coeficiente ω_H obtenido para la presente muestra fue de 0,91, que debería interpretarse como un soporte para la unidimensionalidad de la medida.

También ejecutamos correlaciones de Pearson entre las diferentes pruebas (Tabla 2). Como se esperaba, el JMT correlacionó significativamente con la prueba de escala en el MBEA, así como con las otras dos pruebas de MBEA.

Table 2. Las correlaciones de Pearson entre las puntuaciones obtenidas en el JMT y las pruebas online de AMUSIA

| | Escala | Ritmo | Tono |
|----------------------|--------|-------|-------|
| 1. Jake Mandell Test | .44** | .33** | .38** |
| 2. Escala | | .28* | .51** |
| 3. Fuera de ritmo | | | .35* |
| 4. Fuera de tono | | | |

** $P < 0.01$; * $P < 0.05$

2.3. Análisis cualitativos

Según los criterios de JMT, se puede considerar amusia cuando la precisión en la prueba es inferior al 55%, y el 11,4% de nuestra muestra cumplió con este criterio. Del mismo modo, las pruebas de detección online de AMUSIA requirieron puntuaciones de menos del 70% en las pruebas de escala y tono y puntuaciones mayores del 70% en la prueba ritmo, y el 11,5% de nuestra muestra cumplió con este criterio. El acuerdo entre las dos medidas alcanzó el 85,2% (Kappa de Cohen = 2,48, $p = .013$), con 3 casos de 7 diagnosticados como amúsicos por ambas medidas.

3. Estudio 2

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Participantes

Nuestra muestra estaba compuesta por 33 niños en edad escolar provenientes de diversas escuelas de la ciudad de Castellón sin formación musical previa (más allá de la obligatoria contemplada en los estudios reglados de la educación primaria) que estaban interesados en acceder a estudios formales de música en el conservatorio. El grupo estaba compuesto por 15 niños y 18 niñas. La edad de los participantes varió de 6 a 12 años ($M = 8'47$; $DE = 1'50$). Los participantes nunca habían tocado un instrumento musical y no habían recibido formación musical más allá de la educación escolar. Los padres dieron su consentimiento por escrito para que sus hijos participaran en este estudio, siguiendo un protocolo aprobado por la Universidad Jaume I, y recibieron una compensación económica por su participación.

3.1.2. Materiales

Los participantes completaron el JMT más otras pruebas desarrolladas para evaluar específicamente cinco aptitudes musicales diferentes: discriminación tonal, memoria rítmica, memoria tonal, imitación rítmica e imitación melódica. Estas aptitudes se inspiraron en la Prueba de Aptitud Musical de Bentley (Young, 1973), pero decidimos usar formas más cortas que las pruebas de Bentley por dos razones: 1) estas versiones más cortas se usan con frecuencia para seleccionar a los niños que empezarán los estudios musicales en los conservatorios de España; y 2) los participantes formaron parte en un estudio de neuroimagen más global, y no tuvimos tiempo suficiente para usar pruebas más largas. Los ítems de cada una de las pruebas fueron grabados, interpretados, administrados y evaluados por un músico profesional. Se puede solicitar información más detallada a los autores.

1. La prueba de discriminación tonal requiere que los participantes escuchen 10 ítems con dos notas cada uno interpretados con una flauta. En 5 ítems, el segundo sonido es ascendente, mientras que, en los otros 5, el segundo sonido es descendente. En esta tarea, el niño debe reconocer si la segunda nota sube o baja en relación con la primera. La puntuación para esta prueba fue la suma de todas las respuestas correctas (puntuación máxima = 10).
2. La prueba de memoria rítmica consta de 10 ritmos musicales diferentes con cuatro pulsaciones. Los participantes escucharon dos repeticiones consecutivas de cada uno de estos ritmos. En el 50% de los ritmos, las pulsaciones en la primera y segunda repetición de ritmo fueron los mismos, mientras que una pulsación se modificó en el otro 50%. Por lo tanto, los participantes tenían que indicar si las pulsaciones del segundo ritmo eran iguales o diferentes respecto del primero. Si el participante notó algún cambio, se le pidió que identificara qué pulsación había cambiado. La puntuación para esta prueba fue la suma de todas las respuestas correctas (puntuación máxima = 10).
3. La prueba de memoria tonal consta de 10 melodías musicales diferentes con cinco ritmos cada una. Los participantes escucharon dos repeticiones consecutivas de cada una de estas melodías. Los investigadores alteraron una nota en 5 de las 10 melodías musicales originales en la segunda repetición. Por lo tanto, los participantes tenían que identificar si cada melodía era igual o diferente de la primera. La puntuación para esta prueba fue la suma de todas las respuestas correctas (puntuación máxima = 10).
4. La prueba de imitación rítmica consta de 5 ritmos diferentes de aplausos. Primero, el examinador mostraba a los participantes cómo realizar un ritmo de aplausos sin darles una guía visual. Luego, los participantes escucharon los 5 ritmos de aplausos (sin guía visual) y tuvieron que imitarlos. La puntuación para esta prueba fue la suma de todas las respuestas correctas (puntuación máxima = 10).
5. La prueba de imitación melódica se compone de 5 frases musicales diferentes. El examinador canta cada una de las 5 frases musicales con la sílaba “la”, y los niños tienen que volver a cantar las melodías. La puntuación para esta prueba fue la suma de todas las respuestas correctas (puntuación máxima = 10).
6. Puntuación global. Calculamos una puntuación global para las habilidades musicales utilizando puntuaciones Z estándar (media = 0; $DE = 1$) obtenidas de las puntuaciones totales en cada una de las pruebas anteriores.

3.2. Resultados

Las medias y las desviaciones estándar para todas las pruebas se presentan en la Tabla 3. Las puntuaciones de JMT fueron menores en los niños que las obtenidas por los adultos en el estudio 1 (diferencia = 4.07), pero la diferencia no fue significativa ($t = 1.91$; $P = 0.058$). Las puntuaciones en el JMT siguieron una distribución normal (prueba K-S $Z = 0.73$, $P > 0.10$). Las correlaciones parciales (controlando por la edad) entre las diferentes medidas se presentan en la Tabla 3. Como se esperaba, el JMT correlacionaba con las otras variables, especialmente con las pruebas de discriminación tonal y discriminación de ritmo. Es importante destacar que la correlación parcial del JMT con la puntuación global en las pruebas musicales fue muy significativa.

Tabla 3. Correlaciones parciales entre las puntuaciones obtenidas en el JMT y las diferentes pruebas musicales, así como la media de las respuestas correctas, las desviaciones estándar, el rango y las correlaciones de Pearson con la edad

| | JMT | Discrimina- ción Tonal | Memoria Rítmica | Memoria Tonal | Imitación Rítmica | Imitación Melódica |
|------------------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| JMT | 1 | | | | | |
| Test Discriminación Tonal | .38* | 1 | | | | |
| Test Memoria Rítmica | .33 | .45* | 1 | | | |
| Test Memoria Tonal | .24 | .27 | .40* | 1 | | |
| Test Imitación Rítmica | .40* | .21 | .44* | .51** | 1 | |
| Test Imitación Melódica | .30 | .18 | .29 | .20 | .30 | 1 |
| Puntuación Total | .56** | | | | | |
| Media (SD) | 61.36 (9.3) | 8.32 (1.70) | 8.59 (1.40) | 8.71 (1.19) | 6.35 (3.25) | 2.94 (2.44) |
| Rango | 38-86 | 3-10 | 6-10 | 6-10 | 0-10 | 0-10 |
| Correlación de Pearson con la edad | .28 | .42* | .22 | .26 | .18 | .28 |

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

La fiabilidad test-retest al cabo de un año se calculó con toda la muestra. Los resultados mostraron que las puntuaciones mejoraron después de un año ($M = 66.25$; $SD = 9.73$), y el coeficiente de correlación intraclase (ICC) entre las dos medidas fue alto [ICC = 0.59 (IC 95% 0.172-0.80); ver Fig. 1].

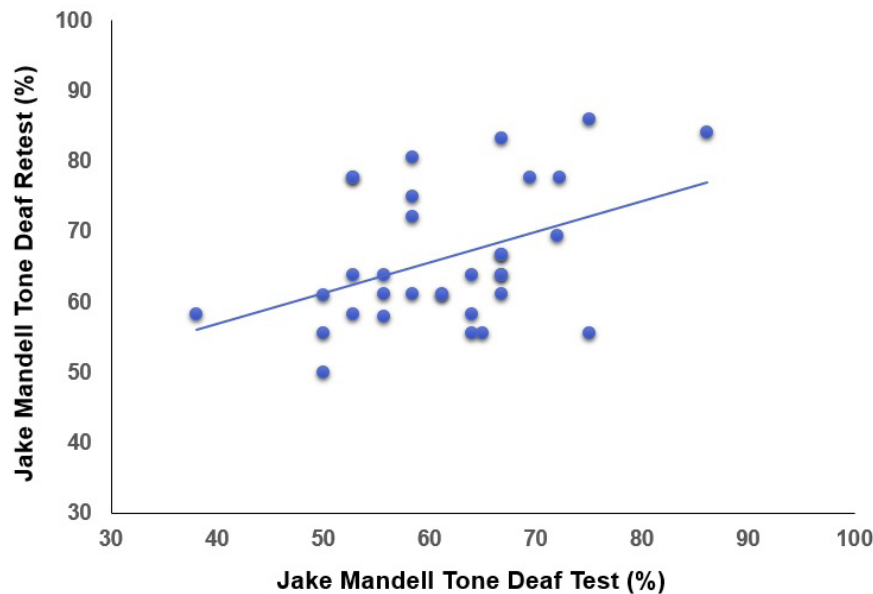


Fig. 1. El diagrama de dispersión muestra la correlación intraclase (ICC) entre las puntuaciones obtenidas en la Prueba de Jake Mandell con las puntuaciones obtenidas en el Retest

Además, el coeficiente de fiabilidad ω_H de McDonald obtenido para la presente muestra fue de 0,81, lo que debe interpretarse como un soporte para la unidimensionalidad de la medida.

4. Estudio 3

4.1. Materiales y métodos

4.1.1. Participantes

La muestra estuvo compuesta por 61 participantes, 33 músicos y 28 no músicos que respondieron a anuncios para participar en un estudio de neuroimagen. Los músicos habían completado estudios formales de música (conservatorio, escuelas privadas) durante al menos 9 años, y eran músicos activos (11 mujeres; edad media = 20.09 años; DE = 2.01; rango: 18-26 años). Los no músicos solo habían recibido instrucción musical obligatoria en la escuela (12 mujeres; edad media = 20.68 años; DE = 2.21; rango: 18-27 años). Los dos grupos no diferían en la distribución por edad o género. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes, siguiendo un protocolo aprobado por la Universidad Jaume I, y recibieron una compensación económica.

4.1.2. Materiales

Los participantes completaron el JMT (ver Estudio 1 para los detalles metodológicos).

4.2. Resultados

El porcentaje medio de respuestas correctas y las desviaciones estándar de ambos grupos se presentan en la Tabla 4. Realizamos un ANOVA utilizando el JMT como variable dependiente, género y grupo como factores entre sujetos, y la edad como covariable. Solamente se encontró un efecto significativo para el grupo [$F(1, 36) = 12.68$, $P = .002$, $\eta^2 = .40$]. Como se esperaba, los músicos obtuvieron mejores puntuaciones que los no músicos.

Tabla 4. Media de las respuestas correctas y desviaciones estándar en el JMT en los grupos de músicos y no músicos

| Grupo | N | Media | DE | Error típico de la media |
|------------|----|-------|-------|--------------------------|
| No-músicos | 28 | 67.85 | 10.43 | 1.97 |
| Músicos | 33 | 76.84 | 9.43 | 1.64 |

5. Discusión y conclusiones

En este trabajo, se han presentado los datos psicométricos del JMT en adultos y niños para validar este instrumento como una medida de las diferencias individuales en la discriminación tonal. Los estudios 1 y 2 mostraron una buena consistencia interna de la escala y una buena validez convergente cuando las puntuaciones del JMT se correlacionaron con otras variables que medían capacidades musicales similares. Es importante destacar que las puntuaciones medias en el JMT fueron más bajas que las obtenidas para las pruebas de detección en línea de AMUSIA, mostrando una distribución más simétrica y normal. El estudio 2 también mostró que el JMT tenía una buena fiabilidad test-retest y estaba relacionado con las habilidades musicales globales. Finalmente, el estudio 3 aportó validez de contenido a la prueba al mostrar que los músicos tuvieron un mejor desempeño que los no músicos, pero sin encontrar un efecto techo. En general, los datos actuales son consistentes con la idea de que el JMT podría ser un buen instrumento psicométrico y rápido para medir las diferencias individuales en la percepción y la memoria tonal.

El estudio 1 se realizó en adultos no músicos y se encontró una puntuación media en el JMT del 65.4%, un 10% menos que la puntuación media encontrada en la muestra online. Las puntuaciones obtenidas se distribuyeron simétricamente entre los participantes en un rango de 47 a 86%. En este grupo de participantes, el 11.5% fueron considerados amúsicos de acuerdo con los criterios propuestos por la prueba (puntuaciones inferiores al 55%). Por otro lado, el JMT también fue sensible para la identificación de participantes con buenas habilidades en la discriminación tonal porque no hubo efecto techo, es decir, ninguno de los participantes evaluados alcanzó más del 87% de precisión.

La validez concurrente del JMT se estudió utilizando tres pruebas diferentes incluidas en las pruebas de detección de AMUSIA. Como se esperaba, la media de JMT fue menor que la de las tres pruebas de detección online de AMUSIA. Los análisis de correlación revelaron una fuerte asociación entre el JMT y el subtest de escala de la prueba AMUSIA. La prueba de escala tiene un formato similar al JMT, pero es más fácil y, por lo tanto, produce efectos de techo. Algunos estudios sólo usaron esta prueba de escala para estimar posibles déficits en la percepción musical

(Sihvonen y cols., 2016; Peretz y Vuvan, 2017). Además, el JMT mostró correlaciones significativas pero menores con las otras dos pruebas de AMUSIA: las pruebas de tono y ritmo. Estos resultados fueron consistentes con estudios anteriores que muestran correlaciones significativas entre todas las pruebas de MBEA (Pfeifer y Hamann, 2015), incluso el requisito de que los amúsicos tengan una percepción preservada del ritmo. De hecho, cuando se realizó el análisis factorial de las diferentes pruebas MBEA, se obtuvo un modelo de un factor, que indica que las diferentes habilidades musicales estaban todas correlacionadas. Por lo tanto, el JMT también puede considerarse una medida de las habilidades musicales generales.

El JMT se administró a niños de 6 a 12 años en el estudio 2. La puntuación media fue aproximadamente 4 puntos más baja que en los adultos, con un rango entre 38 y 86%. Las diferencias entre niños y adultos y las correlaciones con la edad dentro de la muestra de niños no fueron significativas. Esto sugiere que el desarrollo de la discriminación tonal en los no músicos, medido con el JMT, no varió con la edad y puede establecerse durante la infancia a los 7 años. De hecho, investigaciones previas mostraron que estas habilidades se desarrollan principalmente hasta la edad de 7 años, sin que se encuentren diferencias entre la infancia y la adolescencia (Thompson, Cranford y Hoyer, 1999). Nuestros resultados fueron consistentes con estos resultados anteriores. Además, el JMT también mostró un buen índice de fiabilidad test-retest al año, lo que sugiere que el rendimiento de la prueba es estable, a pesar de que la segunda administración del test arrojó una mejora en el rendimiento (de menos del 5%).

También estudiamos la validez concurrente en niños al correlacionar las puntuaciones de JMT con los resultados de cinco pruebas musicales diferentes. Como se esperaba, la correlación fue positiva con todas las pruebas, pero solo fue significativa con la prueba de discriminación tonal y la prueba de imitación rítmica. Al igual que en el Estudio 1, la prueba de discriminación de tono fue una versión similar y más fácil del JMT, que requería que los participantes indicaran si dos melodías consecutivas eran iguales o diferentes. La prueba de imitación rítmica requirió que los participantes aplaudieran diversos patrones rítmicos presentados, por lo que también se requirió una buena memoria tonal. Las correlaciones con los otros tres subtests fueron positivas, pero no fueron significativas, lo que indica que se requerían algunas habilidades de percepción musical. Es importante destacar que la correlación más fuerte se observó con un factor compuesto de todas las pruebas, lo que indica que el JMT se asoció con todas las habilidades musicales. Por lo tanto, el JMT podría reflejar una medida global para evaluar todas las habilidades musicales relacionadas con la percepción y la memoria tonal. En este sentido, el JMT ha mostrado una buena asociación con un aumento en el volumen de sustancia gris en las áreas fronto-temporales (giro temporal superior y giro frontal inferior) en niños y adultos (Palomar-García y cols., 2020).

El tercer estudio fue diseñado para evaluar la validez predictiva mediante el estudio del rendimiento en el JMT en un grupo de músicos. Los músicos generalmente muestran una mayor capacidad de discriminación de tono en comparación con los no músicos, lo que es consistente con el hallazgo de que los músicos son más sensibles a algunas características acústicas que son críticas para el procesamiento musical (Spiegel y Watson, 1984; Micheyl, Delhommeau, Perrot y Oxenham, 2006). Consistentemente, la experiencia en el procesamiento y el desempeño de la música se asoció con puntuaciones más altas en el JMT, en comparación con los no músicos. Las puntuaciones fueron casi un 10% más altas que la de los no músicos. Sin embargo, las puntuaciones de los músicos también siguieron una distribución normal, lo que indica la falta de un efecto techo. Es importante destacar que las puntuaciones en el JMT no correlacionaron con el entrenamiento musical temprano o con años de entrenamiento musical, lo que sugiere una posible independencia del entrenamiento.

En general, los estudios actuales sugieren que las habilidades de discriminación tonal se establecen a los 6-7 años de edad y apenas mejoran en el período de la infancia a la edad adulta sin entrenamiento específico. La falta de correlación con la edad y la falta de diferencias significativas entre niños y adultos sugieren la ausencia de efectos de maduración durante el desarrollo. Por lo tanto, no podemos concluir que el mejor desempeño de los músicos en el JMT se deba al entrenamiento porque un proceso de autoselección puede hacer que las personas con buenas habilidades de discriminación tonal se conviertan en músicos.

El instrumento actual tiene varios usos potenciales. Primero, debería ayudar a medir rápidamente las habilidades de discriminación tonal y las habilidades musicales generales en adultos sanos, y establecer diferencias individuales entre los músicos. En segundo lugar, el JMT podría ser útil como herramienta para investigar el desarrollo de la percepción musical en los niños. Sus aplicaciones pueden centrarse en el campo educativo como medida del potencial de la capacidad musical, así como en el campo clínico como medida de los déficits de procesamiento musical asociados a lesiones cerebrales.

6. Referencias bibliográficas

- Albouy, P., Mattout, J., Bouet, R., Maby, E., Sanchez, G., Aguera, P. E., Daligault, S., Delpuech, C., Bertrand, O., Caclin, A. & Tillmann, B. (2013). Impaired pitch perception and memory in congenital amusia: the deficit starts in the auditory cortex. *Brain*, 136(5), 1639-1661.
- Ayotte, J., Peretz, I., & Hyde, K. (2002). Congenital amusia: A group study of adults afflicted with a music-specific disorder. *Brain*, 125(2), 238-251.

- Gosselin, N., Jolicoeur, P. & Peretz, I. (2009). Impaired memory for pitch in congenital amusia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 270-272.
- Hermesen, L. A., Leone, S. S., Smalbrugge, M., Knol, D. L., van der Horst, H. E. & Dekker, J. (2013). Exploring the aggregation of four functional measures in a population of older adults with joint pain and comorbidity. *BMC geriatrics*, 13(1), 119.
- Michéyl, C., Delhommeau, K., Perrot, X. & Oxenham, A. J. (2006). Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination. *Hearing Research*, 219(1-2), 36-47.
- Palomar-García, M. A., Hernández, M., Olcina-Sempere, G., Adrián-Ventura, J., Costumero, V., Miró-Padilla, A., Villar-Rodríguez, E. y Ávila C. (sometido). Auditory and frontal anatomic correlates of pitch discrimination in musicians, non-musicians, and children without musical training. *Brain Structure and Function*.
- Peretz, I., Ayotte, J., Zatorre, R. J., Mehler, J., Ahad, P., Penhune, V. B. & Jutras, B. (2002). Congenital amusia: a disorder of fine-grained pitch discrimination. *Neuron*, 33(2), 185-191.
- Peretz, I., Champod, A. S. & Hyde, K. (2003). Varieties of musical disorders: the Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999(1), 58-75.
- Peretz, I., Gosselin, N., Tillmann, B., Gagnon, B., Trimmer, C. G., Paquette S. & Bouchard, B. (2008). On-line identification of congenital amusia. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 25(4), 331-343.
- Peretz, I. & Hyde, K. L. (2003). What is specific to music processing? Insights from congenital amusia. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(8), 362-367.
- Peretz, I., Kolinsky, R., Tramo, M., Labrecque, R., Hublet, C., Demeurisse, G. & Belleville, S. (1994). Functional dissociations following bilateral lesions of auditory cortex. *Brain*, 117(6), 1283-1301.
- Peretz, I. & Vuvan, D. T. (2017). Prevalence of congenital amusia. *European Journal of Human Genetics*, 25(5), 625-630.
- Piccirilli, M., Sciarma, T. & Luzzi, S. (2000). Modularity of music: evidence from a case of pure amusia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 69(4), 541-545.
- Pfeifer, J. & Hamann, S. (2015). Revising the diagnosis of congenital amusia with the Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 161.
- Sihvonen, A. J., Ripollés, P., Leo, V., Rodríguez-Fornells, A., Soinila, S. & Särkämö, T. (2016). Neural basis of acquired amusia and its recovery after stroke. *Journal of Neuroscience*, 36(34), 8872-8881.
- Sihvonen A. J., Sarkamo T., Rodríguez-Fornells A., Ripollés P., Munte T., F. y Soinila S. (2019). Neural architectures of music - Insights from acquired amusia. *Neuroscience & Biobehavioral Review*, 107, 104-114.
- Spiegel, M. F. & Watson, C. S. (1984). Performance on frequency-discrimination tasks by musicians and nonmusicians. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 76(6), 1690-1695.
- Tillmann, B., Schulze, K. & Foxton, J. M. (2009). Congenital amusia: A short-term memory deficit for non-verbal, but not verbal sounds. *Brain and Cognition*, 71(3), 259-264.
- Thompson, N. C., Cranford, J. L. & Hoyer, E. (1999). Brief-tone frequency discrimination by children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42(5), 1061-1068.
- Vuvan, D. T., Paquette, S., Goulet, G. M., Royal, I., Felezeu, M. & Peretz, I. (2018). The montreal protocol for identification of amusia. *Behavior Research Methods*, 50(2), 662-672.
- Young, W. T (1973). The Bentley "Measures of Musical Abilities": A Congruent Validity Report. *Journal of Research in Music Education*, 21(1): 74-79.
- Zinbarg, R. E., Revelle, W., Yovel, I. & Li, W. (2005). Cronbach's α , Revelle's β , and McDonald's ω H: Their relations with each other and two alternative conceptualizations of reliability. *Psychometrika*, 70(1), 123-133.